

00862.022315.B



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: )  
: Examiner: Unassigned  
Mitsuru HIURA )  
: Group Art Unit: 2812  
Application No.: 09/915,325 )  
:   
Filed: July 27, 2001 )  
:   
For: EXPOSURE APPARATUS AND ) January 3, 2002  
DEVICE MANUFACTURING )  
METHOD USING THE SAME )

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Sir:

In support of Applicant's claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is  
a certified copy of the following foreign application:

JAPAN 2000-233196, filed August 1, 2000.

Applicant's undersigned attorney may be reached in our Washington, D.C.,  
office by telephone at (202) 530-1010. All correspondence should continue to be directed to our  
address given below.

Respectfully submitted,

Attorney for Applicant  
Steven E. Warner  
Registration No. 33,326

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO  
30 Rockefeller Plaza  
New York, New York 10112-3801  
Facsimile: (212) 218-2200  
SEW/eab

(translation of the front page of the priority document of  
Japanese Patent Application No. 2000-233196)



PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the  
following application as filed with this Office.

Date of Application: August 1, 2000

Application Number : Patent Application 2000-233196

Applicant(s) : Canon Kabushiki Kaisha

August 24, 2001

Commissioner,  
Patent Office

Kouzo OIKAWA

Certification Number 2001-3075767

RECEIVED  
JAN 03 2002  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

CFM 2315 US  
U.S. Appln. No. 09/915,325

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 8月 1日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-233196

出 願 人

Applicant(s):

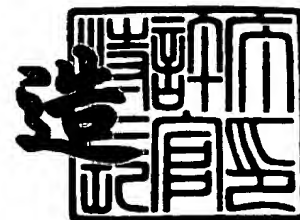
キヤノン株式会社

2001年 8月 24日

2001年 8月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3075767

【書類名】 特許願

【整理番号】 4144113

【提出日】 平成12年 8月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 21/30

【発明の名称】 露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

【請求項の数】 17

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社  
内

    【氏名】 樋浦 充

【特許出願人】

    【識別番号】 000001007

    【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100086287

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊東 哲也

【選任した代理人】

    【識別番号】 100103931

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 関口 鶴彦

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 002048

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

特 2 0 0 0 - 2 3 3 1 9 6

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 転写用パターンが形成された原版及び前記原版を走査する原版走査手段と、

前記転写用パターンを露光する感光材の塗布された被露光基板及び前記基板を積載する基板ステージを走査する基板ステージ走査手段と、

前記基板を前記基板ステージに供給、回収するための搬送手段と、

前記基板と前記原版の相対的な位置決めをする位置決め手段とを具備し、

光源から射出された光束を照明光学系を介し、前記転写パターンの一部を照明し、前記原版と前記基板を同期させて走査することにより、前記基板上に前記転写パターンを露光し、

前記基板ステージを移動することにより前記基板上に前記転写パターンを逐次露光していく走査型露光装置において、

単位時間あたりに露光することができる基板枚数が最大となるように走査速度を決定する走査速度決定手段を有していることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 前記走査速度決定手段において、以下に示される走査速度のうち最も速度の小さい走査速度を実際の露光時の走査速度として決定することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

装置性能から決定される最大走査速度： $V_{max}$

露光照度と必要な露光量から決定される走査速度： $V_d$

前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトと、前記搬送手段及び前記原版走査手段と前記基板ステージ走査手段と前記位置決め手段から決定される単位時間あたりに処理することができる基板枚数が最大となる走査速度： $V_t$

【請求項 3】 前記光源はパルス光を発生させる光源であり、また前記走査速度決定手段において、以下に示される走査速度のうち最も速度の小さい走査速度を実際の露光時の走査速度として決定することを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

装置性能から決定される最大走査速度： $V_{\max}$

露光照度と必要な露光量から決定される走査速度： $V_d$

露光量を均一にするために最低限積算が必要なパルス数から決定される走査速度： $V_p$

前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトと、前記搬送手段及び前記原版走査手段と前記基板ステージ走査手段と前記位置決め手段から決定される単位時間あたりに処理することができる基板枚数が最大となる走査速度： $V_t$

【請求項4】 前記 $V_p$ は、前記転写パターンの一部を照明する非走査方向の照明領域幅の前記基板上での幅を $W_s$ 、前記光源から発生するパルス光の最大周波数を $f_{\max}$ 、露光量を前記基板上で均一とするために最低限積算が必要なパルス数を $P_{\min}$ としたときに、次式が成り立つことを特徴とする請求項3に記載の露光装置。

$$V_p = W_s / P_{\min} \times f_{\max}$$

【請求項5】 前記 $V_d$ は、最大露光照度を $I_{\max}$ 、感光材により決定される必要な露光量を $D$ としたときに、次式が成り立つことを特徴とする請求項2～4のいずれかに記載の露光装置。

$$V_d = I_{\max} / D \times W_s$$

【請求項6】 前記 $V_t$ は、速度0から前記 $V_t$ に加速するための平均加速度を $\alpha_{\text{accel}}$ 、前記 $V_t$ から速度0に減速するための平均加速度を $\alpha_{\text{decel}}$ 、1回の走査において等速度で走査する前記基板上での長さを $L$ としたときに、次式が成り立つことを特徴とする請求項2～5のいずれかに記載の露光装置。

【数1】

$$V_{\text{scan.min}} = \sqrt{L \times \alpha_{\text{accel}} \times \alpha_{\text{decel}} / (\alpha_{\text{accel}} + \alpha_{\text{decel}})}$$

$$V_t = g(V_{\text{scan.min}})$$

ここで $g()$ は任意の関数とする。

【請求項7】 前記 $V_t$ は、前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトと、前記原版走査手段と前記基板ステージ走査手段と前記搬送手段と前記位置決め手段における条件から単位時間あたりに処理する

ことができる基板枚数が最大となるように予めシミュレート計算されたことを特徴とする請求項2～5のいずれかに記載の露光装置。

【請求項8】 前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトにより前記Vtが転写パターン毎に可変となることを特徴とする請求項2～7のいずれかに記載の露光装置。

【請求項9】 前記Vtが露光すべきショット領域毎に1回の走査において等速度で走査する長さに応じて可変となることを特徴とする請求項8に記載の露光装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかに記載の露光装置を用いてデバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項11】 請求項1～9のいずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有することを特徴とする半導体デバイス製造方法。

【請求項12】 前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することを特徴とする請求項11に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項13】 前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことを特徴とする請求項12に記載の半導体デバイス製造方法。

【請求項14】 請求項1～9のいずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワークから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にしたことを特徴とする半導体製造工場。



【請求項15】 半導体製造工場に設置された請求項1～9のいずれかに記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法。

【請求項16】 請求項1～9のいずれかに記載の露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にしたことを特徴とする露光装置。

【請求項17】 前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることを特徴とする請求項16に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はIC、LSI等の半導体デバイス、液晶デバイス、CCD等の撮像デバイス、磁気ヘッド等のデバイスを製造する工程のうち、リソグラフィ工程で用いられる露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体集積回路の製造工程において、基板（以下「ウエハ」とする）上の感光材（以下「レジスト」とする）にパターン形成をする際に露光装置が利用されている。最近の半導体集積回路の広面積化、微細化に伴い、従来のマスクパターンを一括露光するステップ・アンド・リピート型露光装置、いわゆるステッパに代わって、原版としてのマスク上のパターンの一部をスリット状に照明し、マスク

とウエハがそれぞれ一定速度で同期して走査することによって露光を行うステップ・アンド・スキャン方式と呼ばれる走査型露光装置が使用されつつある。

#### 【0003】

一般にレジストにはマスクパターン像を適正に形成するための適正な露光量（以下「設定露光量」とする） $D$  ( $J/m^2$ ) が定められており、走査型露光装置における走査速度  $V$  (mm/sec) は次式を満足する必要がある。

$$V \leq I_{\max} / D \times W_s \cdots (1)$$

ここで、 $I_{\max}$  ( $W/m^2$ ) はウエハ上での露光光の最大露光照度、 $W_s$  (mm) はウエハ上での非走査方向の露光スリット幅である。

#### 【0004】

(1) 式より設定露光量  $D$  から律速される最大走査速度は次式のようになる。

$$V_d = I_{\max} / D \times W_s \cdots (2)$$

#### 【0005】

ところで、走査型露光装置には構造的、機構的な性能を含めたステージ制御システムの性能から決定される最大走査速度  $V_{\max}$  が実質的に決定され、走査速度  $V$  は次式を満足する必要がある。

$$V \leq V_{\max} \cdots (3)$$

#### 【0006】

この要因の一つとして、走査型露光装置では、マスクとウエハの位置を所定の関係を保つように同期制御しつつ、マスクとウエハを走査、露光することによりマスクパターンをウエハ上に形成するわけだが、制御しきれずに所定の位置関係からずれてしまう偏差（以下「同期誤差」とする）が発生し、レジストパターンの解像力の低下や、レジストパターンの結像位置ずれにつながり、半導体集積回路の製造に支障をきたしてしまう。この同期誤差が走査速度にほぼ比例しており、走査速度が速くなるほど同期誤差も大きくなるため、許容できる同期誤差内に抑えるため最大走査速度  $V_{\max}$  が決定されることとなる。

#### 【0007】

次に、微細化の要求から露光光源として KrF エキシマレーザや ArF エキシマレーザなどのパルス光が用いられる場合は、これらのパルス光が 1 パルス毎の

エネルギーばらつきを有するため、ある一定パルス数（以下「最小露光パルス数」とする） $P_{min}$  以上の複数のパルス光で露光することにより、所望の精度内に積算露光量を均一化している。このため、走査型露光装置においては、次式を満足する必要がある。

$$P_{min} \leq W_s / V \times f \cdots (4)$$

ここで、 $f$  (Hz) は露光光源レーザの発振周波数である。

【0008】

(4) 式より、露光光源レーザの最大発振周波数を  $f_{max}$  とすると最小露光パルス数  $P_{min}$  で律速される最大走査速度は次式のようにになる。

$$V_p = W_s / P_{min} \times f_{max} \cdots (5)$$

【0009】

従来は、例えば特開平 10-270345 号公報や特開平 10-223513 号公報に開示されているように、(1)、(3)、及び(4) 式を満足するように、設定露光量  $D$  が大きい低感度レジストの場合は発振周波数を  $f_{max}$  とした走査速度とし、設定露光量  $D$  が小さい高感度レジストの場合は最大走査速度  $V_{max}$  となるように走査速度が決定されている。

【0010】

すなわち、(2) 式で示される設定露光量  $D$  で律速される最大走査速度  $V_d$ 、装置性能から律速される最大走査速度  $V_{max}$ 、設定露光量  $D$  の値にかかわらず積算露光量を  $P_{min}$  とできる場合は、(5) 式で示される最小露光パルス数で律速される  $V_p$  のうち、最小値を実際の露光時の走査速度として決定している。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

さて、半導体集積回路の製造において重要な項目として、集積回路パターンの微細化が挙げられる。これは主として、光学的な像性能及び走査型露光装置においては、特にステージ制御システムの性能が大きく関わる。

【0012】

また、半導体集積回路の製造では、1 枚のウエハに対して 10～20 回程度の露光プロセスが繰り返し行われるが、集積回路パターンの微細化に伴い、各露光

プロセス間での集積回路パターンの重ね合わせ精度の高精度化も重要な性能のひとつである。

## 【0013】

更に、もう一つ半導体集積回路の製造工程において重要なこととして生産性が挙げられる。露光装置における生産性としては、1枚のウエハを露光する時間が短いこと、すなわち単位時間あたりに露光することのできるウエハの枚数（以下「スループット」とする）が多いことである。

## 【0014】

さて、従来の走査速度決定方法では、設定露光量Dで律速される最大走査速度 $V_d$ 、装置性能から律速される最大走査速度 $V_{max}$ 、及び最小露光パルス数で律速される最大走査速度 $V_p$ のうちの最小値、言い換えるとそれぞれの最大走査速度 $V_d$ 、 $V_{max}$ 、 $V_p$ 以下を満足する走査速度のうち、できるだけ速い走査速度で露光するように設定されている。

## 【0015】

これは暗に、走査速度が速いことが、すなわちスループットが高いということになっている。確かに、露光すべきパターン領域をスリット上に照明し、マスクとウエハがそれぞれ一定速度で同期して走査することによって露光を行う走査型露光装置においては、露光すべきパターン領域の走査方向長さが同一である条件下では走査速度が速いほど前記露光すべきパターン領域を走査する時間は短くなる。

## 【0016】

しかしながら、一つのパターン領域を露光した後に、マスク及びウエハステージともに一旦速度0で停止し、その後、逆方向に走査することで、次のパターン領域を露光している。従って、マスク及びウエハの走査速度を速くすることは、前記走査速度に達するまでに加速する時間と前記走査速度からマスク及びウエハが停止するまでに減速する時間が長くかかることになり、ある走査速度以上では、露光すべきパターン領域を走査する時間は走査速度が高くなるので短縮されるが、その短縮される時間よりも、露光すべきパターン領域における走査速度に達するまでの加速時間と前記走査速度から停止するまでの減速時間の方がより延長

され、結果的にマスク及びウエハの駆動開始から露光すべきパターン領域における走査速度に達し、マスク及びウエハの駆動完了までの全時間が走査速度を速くすることにより逆に長くなり、スループットをかえって低下させることが有りうる。

上記の点を鑑みて、本発明では、スループットが最大となるような走査速度決定手段を有する露光装置を提供することが目的である。

#### 【 0 0 1 7 】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、転写用パターンが形成された原版及び前記原版を走査する原版走査手段と、前記転写用パターンを露光する感光材の塗布された被露光基板及び前記基板を積載する基板ステージを走査する基板ステージ走査手段と、前記基板を前記基板ステージに供給、回収するための搬送手段と、前記基板と前記原版の相対的な位置決めをする位置決め手段とを具備し、光源から射出された光束を照明光学系を介し、前記転写パターンの一部に照明し、前記原版と前記基板を同期させて走査することにより、前記基板上に前記転写パターンを露光し、前記基板ステージを移動することにより前記基板上に前記転写パターンを逐次露光していく走査型露光装置において、単位時間あたりに露光することができる基板枚数、すなわちスループットが最大となるように走査速度を決定する走査速度決定手段を有していることを特徴としている。

#### 【 0 0 1 8 】

前記走査速度決定手段では、以下に示される走査速度のうち最も速度の小さい走査速度を実際の露光時の走査速度として決定する。

装置性能から決定される最大走査速度： $V_{max}$

露光照度と必要な露光量から決定される走査速度： $V_d$

前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトと、前記搬送手段及び前記原版走査手段と前記基板ステージ走査手段と前記位置決め手段から決定される単位時間あたりに処理することができる基板枚数が最大となる走査速度： $V_t$

#### 【 0 0 1 9 】

また、前記光源はパルス光を発生させる光源である場合は、前記走査速度決定手段において、以下に示される走査速度のうち最も速度の小さい走査速度を実際の露光時の走査速度として決定する。

装置性能から決定される最大走査速度： $V_{\max}$

露光照度と必要な露光量から決定される走査速度： $V_d$

露光量を均一にするために最低限積算が必要なパルス数から決定される走査速度： $V_p$

前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトと、前記搬送手段及び前記原版走査手段と前記基板ステージ走査手段と前記位置決め手段から決定される単位時間あたりに処理することができる基板枚数が最大となる走査速度： $V_t$

#### 【0020】

より具体的には、前記 $V_p$ は、前記転写パターンの一部を照明する非走査方向の照明領域幅の前記基板上での幅を $W_s$ 、前記光源から発生するパルス光の最大周波数を $f_{\max}$ 、露光量を前記基板上で均一とするために最低限積算が必要なパルス数を $P_{\min}$ としたときに、次式が成り立つように決定する。

$$V_p = W_s / P_{\min} \times f_{\max}$$

#### 【0021】

また、前記 $V_d$ は、最大露光照度を $I_{\max}$ 、感光材により決定される必要な露光量を $D$ としたときに、次式が成り立つように決定する。

$$V_d = I_{\max} / D \times W_s$$

#### 【0022】

また、前記 $V_t$ は、前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトと、前記マスク走査手段と前記基板ステージ走査手段と前記搬送手段と前記位置決め手段における条件から単位時間に処理することができる基板枚数が最大となるように予めシミュレート計算されるか、もしくは、速度0から前記 $V_t$ に加速するための平均加速度を $\alpha_{\text{accel}}$ 、前記 $V_t$ から速度0に減速するための平均加速度を $\alpha_{\text{decel}}$ 、1回の走査において等速度で走査する前記基板上での長さを $L$ としたときに、次式が成り立つように決定する。

【0023】

【数2】

$$V_{scan.min} = \sqrt{\{L \times \alpha_{accel} \times \alpha_{decel} / (\alpha_{accel} + \alpha_{decel})\}}$$

$$V_t = g(V_{scan.min})$$

ここで、 $g()$  は任意の関数とする。

【0024】

この場合、 $L$  は前記転写パターンサイズと、前記基板上での前記転写パターンのレイアウトにより転写パターン毎に可変となるため、前記  $V_t$  の最適値は転写パターン毎に可変となるように決定する。さらに、該  $V_t$  が露光すべきショット領域毎に1回の走査において等速度で走査する長さに応じて可変となるようにしてもよい。

このように走査速度を決定することにより、スループットを常に最大とすることができ、デバイスの生産性を高めることができる。

【0025】

また、本発明は、上記露光装置を用いてデバイスを製造するデバイス製造方法にも適用でき、上記いずれかに記載の露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群を半導体製造工場に設置する工程と、該製造装置群を用いて複数のプロセスによって半導体デバイスを製造する工程とを有する半導体デバイス製造方法にも適用可能であり、前記製造装置群をローカルエリアネットワークで接続する工程と、前記ローカルエリアネットワークと前記半導体製造工場外の外部ネットワークとの間で、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信する工程とをさらに有することを特徴としてもよい。前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供するデータベースに前記外部ネットワークを介してアクセスしてデータ通信によって前記製造装置の保守情報を得る、もしくは前記半導体製造工場とは別の半導体製造工場との間で前記外部ネットワークを介してデータ通信して生産管理を行うことが可能である。

【0026】

また、本発明は、上記露光装置を含む各種プロセス用の製造装置群と、該製造装置群を接続するローカルエリアネットワークと、該ローカルエリアネットワー

クから工場外の外部ネットワークにアクセス可能にするゲートウェイを有し、前記製造装置群の少なくとも1台に関する情報をデータ通信することを可能にしたことを特徴としてもよく、半導体製造工場に設置された請求項1～8のいずれかに記載の露光装置の保守方法であって、前記露光装置のベンダもしくはユーザが、半導体製造工場の外部ネットワークに接続された保守データベースを提供する工程と、前記半導体製造工場内から前記外部ネットワークを介して前記保守データベースへのアクセスを許可する工程と、前記保守データベースに蓄積される保守情報を前記外部ネットワークを介して半導体製造工場側に送信する工程とを有することを特徴とする露光装置の保守方法にも適用できる。

## 【 0 0 2 7 】

また、本発明は、上記露光装置において、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、ネットワーク用ソフトウェアを実行するコンピュータとをさらに有し、露光装置の保守情報をコンピュータネットワークを介してデータ通信することを可能にしたことを特徴としてもよく、前記ネットワーク用ソフトウェアは、前記露光装置が設置された工場の外部ネットワークに接続され前記露光装置のベンダもしくはユーザが提供する保守データベースにアクセスするためのユーザインタフェースを前記ディスプレイ上に提供し、前記外部ネットワークを介して該データベースから情報を得ることを可能にすることが望ましい。

## 【 0 0 2 8 】

## 【発明の実施の形態】

## (第一の実施の形態)

図1は本発明に係る露光装置の実施の形態を示す概略図である。ここでは、露光光源として、エキシマレーザ等のパルスレーザを用いる場合について説明する。エキシマレーザ等のパルスレーザからなる光源1から射出された光束Lは、ビーム整形光学系2によって所定の形状に整形され、オプティカルインテグレータ3へ入射させる。オプティカルインテグレータ3は複数の微少なレンズからなる蠅の目レンズ等によって構成されおり、その光射出面の近傍に複数の2次光源を形成する。オプティカルインテグレータ3の光射出面近傍の2次光源からの光束はコンデンサーレンズ4より開口形状が可変の可動スリット6を照明している。



また、14は露光量検出器Aであり、ハーフミラー5によって分割された照明光の一部の光量を検出し、露光量演算器102へ信号を出力する。

## 【0029】

可動スリット6を照明した光束は結像レンズ7、ミラー8を介して、マスクステージ9に保持された原版としてのマスク10の上に形成された回路パターンの一部をスリット状に照明する。

## 【0030】

マスク10を通過したスリット状の光束は、投影レンズ11によりマスク10上の回路パターンを表面上に感光材であるレジストが塗布されたウエハ12上に縮小投影する。被露光基板としてのウエハ12はXYZ及びチルト方向に駆動可能なウエハステージ13に保持されている。ウエハステージ13には露光量検出器B(15)を設置しており、これにより投影レンズ11を介して露光量のモニタをしている。露光工程の最初において、投影レンズ11を通過したウエハステージ13上の露光量検出器B(15)で検出される露光量と露光量検出器A(14)で検出される露光量の相関を求めておき、実際の露光中は、露光量検出器A(14)で検出される露光量にて制御を行う。

## 【0031】

101は、レーザ制御系であり、所望の設定露光量に応じてトリガ信号、充電電圧信号を出力して、光源1の出力エネルギー及び発振周波数を制御している。また、不図示の減光手段があり、光源1からの光束の光量を調整できる構成となっている。

## 【0032】

マスクステージ9の位置及びウエハステージ13の位置は干渉計16、17によって測長され、主制御系103からの指令に基づき、マスクステージ制御系104、ウエハステージ制御系105により、マスクパターンの一部をスリット状に照明した光束を、マスクステージ9とウエハステージ13が投影レンズ11の投影倍率 $\beta$ と同じ比率の速度で正確に一定速度で互いに逆方向へ走査させるように制御する。このようにして、図2に示すようにスリット状の光束は、マスクパターンが露光されるウエハ12上での露光領域（以下「ショット領域」とする）

全体を連続的に走査露光し、全マスクパターンをウエハ12上に露光転写することができる。図中斜線部 e が実際にウエハ12に露光されている部分であり、点線部 s がスリットを示している。ウエハ12上の各ショット領域間の移動は、ウエハステージ13のXY駆動によって行われる。

#### 【0033】

ウエハ12上の所望のショット領域全部に対する露光が終了した後、ウエハ12はウエハステージ13からウエハ回収搬送系18を介して、露光装置外へ搬送されると同時に、その次のウエハが同じくウエハ供給搬送系19（図中、紙面の都合上ウエハ回収搬送系18と同一としている）を介して、ウエハステージ13上に供給される。その後、不図示のアライメント系により既にウエハ12に形成されたパターンとの位置決めが行われる。アライメントの一方法として、ウエハ12上で選択された複数のショット領域の主として周辺に設けられたアライメントマークの位置を計測してウエハ12の回転、伸縮、シフトのオフセットなどを求め、ウエハ12の全てのショット領域の位置決めをする。またこの精密なアライメントに先立って、アライメントマークを検出するためのラフなアライメントを行うこともある。このようにして各ショット領域の位置決めが行われた後、上記露光動作が繰り返し行われる。

#### 【0034】

次に、スループットを最大にするための走査速度を求める手順について説明する。

以下、『スループット』とは露光が適正に行われる条件の下での装置が単位時間あたりに露光するウエハ枚数のことを意味し、後述する『処理枚数』とは、露光が適正に行われるか否かは問わない条件の下で装置が単位時間あたりに処理するウエハ枚数のことを意味する。

#### 【0035】

まず第一には、走査型露光装置には所望の像性能、重ね合わせ精度を達成するために、構造的、機構的な性能を含めたステージ制御システムの性能から決定される最大走査速度  $V_{max}$  が実質的に決定される。つまりこの速度以上で走査露光を行った場合は、所望の微細な集積回路パターンが形成できないことや所望の重

ね合わせ精度を確保できないことが生じるため、走査速度 $V$ は次式を満足する必要がある。

$$V \leq V_{\max} \cdots (6)$$

## 【0036】

第二には、使用されるレジストの種類や露光プロセスにより、マスク10上の回路パターンを適正に形成するための適正な露光量 $D$ が定められている。そして、走査露光時には、ウエハ12上の各点での露光量が、上記適正な露光量 $D$ となるように露光量制御が行われる。従って、走査露光時の最大露光照度を $I_{\max}$ 、ウエハ12上での走査方向のスリット幅を $W_s$ とした時に、走査速度 $V$ は次式を満足する必要がある。

$$V_d = I_{\max} / D \times W_s \cdots (7)$$

$$V \leq V_d \cdots (8)$$

## 【0037】

ここで、走査速度 $V$ が $V_d$ よりも小さくしなければならない場合は、照度を小さくする必要がある。その方法としては、レーザ1パルス当たりのエネルギーを小さくすることによって照度を小さくする方法、光路上に設けられたNDフィルタ等の減光手段でパルス光を減光することによって照度を小さくする方法、パルス発振周波数を小さくすることによって照度を小さくする方法、またはこれらの組み合わせによる方法等がある。

## 【0038】

第三には、ICパターンの微細化に伴い露光光の照度均一性が露光装置の性能として必要となる。しかしエキシマレーザのようなパルス光源からのパルス光は、パルス毎のエネルギーばらつきがあるため、ウエハ上の各点に所定のパルス数 $P_{\min}$ 以上のパルスにて露光を行うことで、パルスエネルギーの積算を行い、所定の照度の均一性を保つ必要がある。

## 【0039】

従って、露光光源の最大発振周波数を $f_{\max}$ とした時に、走査速度 $V$ は次式を満足する必要がある。

$$V_p = W_s / P_{\min} \times f_{\max} \cdots (9)$$

$$V \leq V_p \cdots (10)$$

【0040】

第四には、第一から第三の条件を考慮しない場合に、装置が達成しうる単位時間あたりに処理されるウエハ枚数（以下『処理枚数』という）が最大となる走査速度  $V_t$  とすると、スループットを低下させないためには、走査速度  $V$  は次式を満足する必要がある。

$$V \leq V_t \cdots (11)$$

【0041】

次に、上記  $V_t$  について説明をする。

1枚のウエハが処理されるのに要する時間を  $T(\text{sec})$  とすると、単位時間当たりの処理枚数  $N$  は次式で規定される。

$$N = 3600 / T \cdots (12)$$

【0042】

1枚のウエハが処理されるのに要する時間  $T$  の内訳の一例として、おおむね次のように表現することができる。つまり、ウエハが供給されるのに要する時間を  $T_{\text{load}}(\text{sec})$ 、アライメントに要する時間を  $T_{\text{align}}(\text{sec})$ 、走査露光に要する時間を  $T_{\text{scan}}(\text{sec})$ 、ウエハが回収されるのに要する時間を  $T_{\text{unload}}(\text{sec})$ 、とすると、次式で規定される。

【0043】

## 【数 3】

$$T = T_{load} + T_{align} + T_{scan} + T_{unload} \quad \dots (13)$$

$T_{load}$ ,  $T_{align}$ ,  $T_{scan}$ ,  $T_{unload}$ は、それぞれウエハステージの速度や加速度、及びショットサイズ、ショットレイアウト等の関数であり、次式で表現できる。

$$T_{load} = T_{load}(V_{sl}, \alpha_{sl}, \dots)$$

$$T_{align} = T_{align}(V_{sa}, \alpha_{sa}, Layout\_align, V_{scan}, \alpha_{scan}, \dots)$$

$$T_{scan} = T_{scan}(V_{scan}, \alpha_{scan}, V_{step}, \alpha_{step}, Layout\_shot, Size\_shot, \dots)$$

$$T_{unload} = T_{unload}(V_{sul}, \alpha_{sul}, Layout\_shot, V_{scan}, \alpha_{scan}, \dots)$$

$$T = T_{load} + T_{align} + T_{scan} + T_{unload}$$

|                                        |                             |
|----------------------------------------|-----------------------------|
| $V_{sl}$ (mm/sec)                      | : ウエハ供給時のウエハステージ速度          |
| $\alpha_{sl}$ (mm/sec <sup>2</sup> )   | : ウエハ供給時のウエハステージ加速度         |
| $V_{sa}$ (mm/sec)                      | : アライメント時のウエハステージ速度         |
| $\alpha_{sa}$ (mm/sec <sup>2</sup> )   | : アライメント時のウエハステージ加速度        |
| $Layout\_align$                        | : アライメントマーク計測位置のレイアウト       |
| $V_{scan}$ (mm/sec)                    | : 走査露光時のウエハステージ及びマスクステージ速度  |
| $\alpha_{scan}$ (mm/sec <sup>2</sup> ) | : 走査露光時のウエハステージ及びマスクステージ加速度 |
| $V_{step}$ (mm/sec)                    | : ショット領域移動時のウエハステージ速度       |
| $\alpha_{step}$ (mm/sec <sup>2</sup> ) | : ショット領域移動時のウエハステージ加速度      |
| $Layout\_shot$                         | : ショットレイアウト                 |
| $Size\_shot$                           | : ショット領域のサイズ                |
| $V_{ul}$ (mm/sec)                      | : ウエハ回収時のウエハステージ速度          |
| $\alpha_{ul}$ (mm/sec <sup>2</sup> )   | : ウエハ回収時のウエハステージ加速度         |

## 【0 0 4 4】

ここで、簡略化するために、ウエハステージ13及びマスクステージ9等の駆動を制御するソフトウェアの通信時間や演算時間、アライメントマーク計測時間等は省略しており、各速度、加速度はウエハステージ13、マスクステージ9の区別、及び走査方向、非走査方向、加速時、減速時等の区別をすることなく、表記している。

## 【0 0 4 5】

Talign が走査速度  $V_{scan}$ 、走査加速度  $\alpha_{scan}$  の関数となっているのは、アライメントの最終ショットから第 1 露光ショットの走査開始位置への移動を含めているからである。走査開始位置は、露光すべきショット領域から所望の走査速度に達するまでに必要な加速距離分離れた位置であり、その位置よりウエハステージ 13 の走査が開始される。従って、走査加速度  $\alpha_{scan}$  が同一である場合、走査速度  $V_{scan}$  が小さければ、その走査速度  $V_{scan}$  に達するまでに必要な加速距離は短く、走査速度  $V_{scan}$  が大きければ、必要な加速距離が長くなり、アライメント最終計測位置から第 1 露光ショットの開始位置への移動距離が異なるため、その移動時間も異なる。そのため Talign が走査速度  $V_{scan}$ 、走査加速度  $\alpha_{scan}$  の関数となっている。同様の理由により、Tunload が走査速度  $V_{scan}$ 、走査加速度  $\alpha_{scan}$  の関数となっているのは、最終ショット領域走査露光終了位置からウエハの回収位置への移動を含めているためである。

## 【 0 0 4 6 】

一方、ウエハ供給時のウエハステージ速度、加速度はウエハが供給されるのに要する時間 Tload を最短にするため、装置能力の最大値が用いられ、Tload は走査速度  $V_{scan}$  によらず一定値である。また、アライメント時のウエハステージ速度、加速度もアライメントに要する時間 Talign を最短にするため、装置能力の最大値が用いられる。厳密には上述したように Talign は走査速度  $V_{scan}$  の関数であるが、アライメントは複数ショット領域のアライメントマークを順次計測していくので、これらの時間に対して前述の走査速度  $V_{scan}$ 、走査加速度  $\alpha_{scan}$  の違いによる時間の寄与は小さく、実質的に走査速度  $V_{scan}$  によらず一定値とみなすことが可能である。さらにウエハ回収に要する時間 Tunload も厳密には走査速度  $V_{scan}$  の関数であるが、同様に、実質的には  $V_{scan}$  によらず一定値とみなすことが可能である。

よって、単位時間あたりの処理枚数  $N$  は走査露光するのに要する時間 Tscan によってほぼ決定される。

## 【 0 0 4 7 】

続いて、走査露光に要する時間とウエハステージ速度及びマスクステージ速度との関係を図 3 (a)、図 4 を用いて説明する。

図3(a)はショット領域のレイアウトを模式的に示したものであり、矢印はスリットの走査経路を示す。露光する順序は $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots$ の順であり、ショット領域Aではスリットが相対的に下から上に走査し、ショット領域Bでは反対に、スリットが上から下に走査する。

【0048】

この時の時刻とウエハステージ速度及びマスクステージ速度との関係の一例を示したのが図4である。ここでは走査方向をY軸、非走査方向をX軸とし、図中上から、ウエハステージ13のY軸方向の速度と時間、ウエハステージ13のX軸方向の速度と時間、マスクステージ9のY軸方向の速度と時間の関係を模式的に示したものである。

【0049】

ウエハステージ13が時刻 $t\_A0$ での速度0より平均加速度 $\alpha_{accel}$ で加速を開始し、 $t\_A1$ にて走査速度 $V_{scan}$ に達し、ウエハステージ13とマスクステージ9との同期誤差が所定の精度内に入るのに要する時間 $t_{settle}$ を経て、時刻 $t\_A2$ より露光が開始される。この露光が開始される時刻までにウエハステージ13が進む距離を助走距離として予め考慮し、時刻 $t\_A0$ でのウエハステージ13の位置は設定されている。図2に示すように、全ショット領域を走査するために等速度で走査するのに必要な距離 $L$ は、ショット領域の走査方向の長さ $L_y$ に加えてスリットの走査方向長さ $W_s$ 分必要となるので、露光時間は、 $L/V_{scan} = (L_y + W_s) / V_{scan}$ となり、時刻 $t\_A3$ にて終了し、続いて、平均加速度 $\alpha_{decel}$ で減速を開始し、時刻 $t\_A4$ で速度0となる。その後ショット領域Bを露光するための助走開始位置へウエハステージ13が駆動を開始し、時刻 $t\_A6 (= t\_B0)$ に駆動が終了する。一方、非走査方向については、露光が終了した時刻 $t\_A3$ よりショット領域の非走査方向の長さ $L_x$ だけウエハステージ13が駆動を開始し、時刻 $t\_A5$ で駆動が終了する。簡単のため時刻 $t\_A5$ は、ショット領域Bの露光開始時刻 $t\_B2$ よりも早い時刻とする。また、マスクステージ9もウエハステージ13と同様に時刻 $t\_A0$ から加速を開始し、時刻 $t\_A4$ で速度0とする。ただし、マスクステージ9の走査速度 $V_{scan}(R)$ は投影倍率 $\beta$ 分だけ異なる。

同様にショット領域Bを露光するために時刻  $t_{\_B0}$  から  $t_{\_B6}$  まで、ショット領域Cを露光するためには時刻  $t_{\_C0}$  から  $t_{\_C6}$  までの時間がかかる。

【0050】

ここで、走査方向のステップ時間  $t_{\_A4}$  から  $t_{\_A6}$ 、 $t_{\_B4}$  から  $t_{\_B6}$ 、 $t_{\_C4}$  から  $t_{\_C6}$  及び非走査方向のステップ時間  $t_{\_A3}$  から  $t_{\_A5}$ 、 $t_{\_B3}$  から  $t_{\_B5}$  はショットレイアウト及び走査順序が決定されれば、走査速度  $V_{scan}$  に関係なく決定される。

また、走査開始時刻  $t_{\_A0}$  から走査終了時刻  $t_{\_A4}$  までの時間は、次式で示される。

【0051】

【数4】

$$\begin{aligned} t_{\_A1} - t_{\_A0} &= V_{scan} / \alpha_{accel} \\ t_{\_A2} - t_{\_A0} &= V_{scan} / \alpha_{accel} + t_{settle} \\ t_{\_A3} - t_{\_A0} &= V_{scan} / \alpha_{accel} + t_{settle} + L / V_{scan} \\ t_{\_A4} - t_{\_A0} &= V_{scan} / \alpha_{accel} + t_{settle} + L / V_{scan} \\ &\quad + V_{scan} / \alpha_{decel} \end{aligned}$$

よって、ショット領域の走査開始から終了までの時間  $t_{scan}(V_{scan})$  は、

$$\begin{aligned} t_{scan}(V_{scan}) &= V_{scan} / \alpha_{accel} + t_{settle} + L / V_{scan} \\ &\quad + V_{scan} / \alpha_{decel} \quad \dots (14) \end{aligned}$$

【0052】

加速度  $\alpha_{accel}$ 、 $\alpha_{decel}$  は加速、減速時間を短くするために、装置能力の最大値をとるため一定値とみなせる。 $V_{scan}$  を変数とする2階微分は、次式のようにになる。

$$\partial^2 t / \partial V_{scan}^2 = 2 \times L / V^3 \geq 0$$

【0053】

よって、 $t_{scan}(V_{scan})$  は下に凸の関数であり、最小値が存在する。従ってショット領域の走査開始から終了までの時間を最小とする走査速度  $V_{scan.min}$  は、次式のようにになる。

【0054】



## 【数5】

$$V_{scan.min} = \sqrt{\{L \times \alpha_{accel} \times \alpha_{decel} / (\alpha_{accel} + \alpha_{decel})\}}$$

## 【0055】

走査方向のステップ時間  $t_{A4}$  から  $t_{A6}$ 、 $t_{B4}$  から  $t_{B6}$ 、 $t_{C4}$  から  $t_{C6}$ ・・・の1ウエハ当たりの合計を  $T_{step}$  とし、1ウエハ当たりのショット領域数を  $N_{shot}$  とすると、走査露光に要する時間  $T_{scan}$  は次式のようにになる。

## 【0056】

## 【数6】

$$T_{scan} = T_{step} + N_{shot} \times t_{scan}(V_{scan})$$

1枚のウエハが処理される時間  $T$  は、次式のようにになる。

$$\begin{aligned} T &= T_{load} + T_{align} + T_{scan} + T_{unload} \\ &= T_{load} + T_{align} + \{T_{step} + N_{shot} \times t_{scan}(V_{scan})\} \\ &\quad + T_{unload} \quad \dots (15) \end{aligned}$$

## 【0057】

ここまでにおいて説明してきたように、 $t_{scan}(V_{scan})$  以外はすべて、 $V_{scan}$  の関数とみなす必要がなく、一定値であるので、走査速度が  $V_{scan.min}$  の時に1枚のウエハが処理される時間  $T$  は最小値を持つことになる。すなわち最大処理枚数となる。

## 【0058】

よって、最大処理枚数となる走査速度  $V_t$  は次式となる。

$$V_t = V_{scan.min} \dots (16)$$

## 【0059】

以上説明してきたように、走査速度  $V$  は

(6) 式、(8) 式、(10) 式、及び(11) 式を満足する必要があるので、実質的にスループットを最大とする走査速度  $V$  は、次式で求められる。

$$V = \min(V_{max}, V_d, V_p, V_t)$$

ここで、 $\min()$  は最小値を求める関数である。

## 【0060】

走査速度とスループットの関係は(12)、(14)、及び(15)式より概略、図7(a)に示すような形状となり、 $V_{max}$ 、 $V_d$ 、 $V_p$ 、 $V_t$ の大小関係が図に示されたような関係( $V_t < V_p < V_{max} < V_d$ )の場合は、従来の最大処理枚数となる走査速度 $V_t$ を考慮しない方法だと、走査速度も速く、同期誤差も大きくなりやすい走査速度 $V_p$ で露光されることになり、その時のスループットは $TP_{.vp}$ となる。一方、本発明の方式だと走査速度が $V_p$ よりも遅く、同期精度の面からもより有利な走査速度 $V_t$ で露光されることになり、その時のスループットは $TP_{.vt}$ となる。

図7(a)より明らかなように $TP_{.vp} \leq TP_{.vt}$ であるため、生産性を向上させることができる。

## 【0061】

## (第二の実施の形態)

また、本発明の第二の実施の形態として、ウエハ上のショットレイアウト、及びウエハステージ速度とマスクステージ速度との関係が図3(b)、及び図5で示される場合について説明する。

## 【0062】

ショット領域Bからショット領域Cに移動する際に、図4においては、露光終了時刻 $t_{\_B3}$ で減速を開始しているが、ここでは露光が時刻 $t_{\_B3}$ で終了した後も、そのまま露光時と同じ速度で等速移動し、ショット領域Cを露光するための助走開始位置で速度0となるように時刻 $t_{\_B4}$ で減速を開始するようにする。ショット領域Cを露光するための助走開始位置には時刻 $t_{\_B6}$ ( $t_{\_C0}$ )で到達する。

## 【0063】

この場合、1回の走査において等速度で走査する長さ $L$ は図2で示すような $L = L_y + W_s$ ではなく、 $L > L_y + W_s$ となり、ショット領域毎に $L$ は異なる値となり、ショット領域Aの走査開始から終了までを最小とする走査速度 $V_{scan.minA}$ よりもショット領域Bでの $V_{scan.minB}$ の方が大きい値となる。

## 【0064】

ところで実際の走査速度を決定する際には、(6)式、(8)式、(10)式も満足する必要があるため、(6)式、(8)式、(10)式を満足した上でのショット領域Aの走査開始から終了までの時間を最小にする走査速度 $V\_A$ は

【0065】

【数7】

$$V\_A = \min (V_{\max}, V_d, V_p, V_{\text{scan.minA}})$$

ショット領域Bにおいては

【0066】

【数8】

$$V\_B = \min (V_{\max}, V_d, V_p, V_{\text{scan.minB}})$$

となる。

【0067】

ショットの走査開始から終了までの時間 $t(V_{\text{scan}})$ と走査速度の関係が例えばショット領域Aの場合は図7(b)、ショット領域Bの場合は図7(c)となるとすると、前記 $V\_A$ 、 $V\_B$ は

$$V\_A = V_{\text{scan.minA}}$$

$$V\_B = V_p$$

であり、それぞれ異なる走査速度となる。

【0068】

よって、ショット領域毎に、1回の走査において等速度で走査する長さLに応じて、走査速度を可変とすれば、各々のショット領域に要する時間を最小にすることができるため、結果としてスループットを最大にすることができる。

【0069】

ここでは、ショット領域のサイズが同じ場合でショット領域の配列がY方向に関して異なるショット領域への移動を伴う場合について説明しているが、ショット領域のサイズがウエハ内で異なる場合についても等速度で走査する長さLが異なるので、同様なことが言える。

【0070】

ここまでは、一例としてウエハ内での $\alpha_{\text{accel}}$ 、 $\alpha_{\text{decel}}$ 、 $t_{\text{settle}}$ を一定値

とし、露光順序もウエハの右上のショット領域より  $S \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow \dots$  なる順序にて行われていくとしている。また非走査方向への移動終了時刻  $t_{A5}$ 、 $t_{B5}$  が次ショット領域の露光開始時刻  $t_{B2}$ 、 $t_{C2}$  よりも早いとして、非走査方向の移動が走査露光に要する時間  $T_{scan}$  に影響を与えないとしている。

## 【0071】

ところが、露光順序が異なる場合、非走査方向の移動やマスクステージの移動が走査露光に要する時間  $T_{scan}$  に影響を与える場合、さらにはウエハ内で  $\alpha_{accel}$ 、 $\alpha_{decel}$ 、 $t_{settle}$ 、 $V_{step}$  等が異なる場合、加速度として図6(a)のようにP1、P2で速度が急激に変化するような平均加速度  $\alpha_{accel}$ 、 $\alpha_{decel}$  を想定するのではなく、実際のステージ制御に即した、例えば図6(b)のようにP1、P2で滑らかな速度変化をすることを考慮に入れた場合、加速度が走査速度そのものの関数となっている場合等は、必ずしも最大処理枚数となる走査速度  $V_t$  は(16)式とはならないことが考えられる。

## 【0072】

このような場合、ウエハ内での代表的な  $\alpha_{accel}$ 、 $\alpha_{decel}$  を用いればおおよそ(16)式に似た関係となる。より厳密には最大処理枚数となる走査速度  $V_t$  は  $V_{scan.min}$  の関数として次式のように表すことが可能である。

$$V_t = g(V_{scan.min}) \dots (17)$$

ここで  $g()$  は任意の関数とする。

## 【0073】

実際に関数  $g()$  を求める方法としては、例えば1回の走査において等速度で走査する長さ  $L$  や加速度等いくつかの条件から、実際に最大処理枚数となる走査速度  $V_{t.1}$ 、 $V_{t.2}$ 、 $V_{t.3} \dots$  を求め、これを例えば  $V_{scan.min}$  の多項式として近似してもよいし、条件毎に  $V_{scan.min}$  の定数倍として定め、テーブルとして近似してもよい。

## 【0074】

また、別の方法として、露光順序やウエハ内での変動を含めた図6のような加減速パターン等が予め既知であれば、1枚のウエハ処理される時間  $T$  を算出する

ことが可能である。この場合は、先の説明では一定値とみなしたアライメントに要する時間  $T_{align}$  やウエハ  $w$  の回収するのに要する時間  $T_{unload}$  についても走査速度  $V_{scan}$  の関数として厳密に算出してもよい。このように 1 枚のウエハ処理される時間  $T$  が算出されれば、数値計算によって最大処理枚数となる走査速度  $V_t$  を求めることができる。

## 【0075】

ここまでは、パルスレーザを用いた場合について説明してきたが、水銀ランプのような連続光については、最小露光パルス数で律速される  $V_p$  を考慮する必要がないことを除けば、同様に、スループットを最大とする走査速度  $V$  は、次式で求められる。

$$V = \min (V_{max}, V_d, V_t)$$

そして、上記各実施の形態に係る露光装置の各ショット領域におけるショット毎の走査速度  $V$  は図示しないディスプレイ上に表示される。

## 【0076】

(半導体生産システムの実施の形態)

次に、本発明に係る露光装置を用いた半導体デバイス (IC や LSI 等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等) の生産システムの例を説明する。これは半導体製造工場に設置された製造装置のトラブル対応や定期メンテナンス、あるいはソフトウェア提供などの保守サービスを、製造工場外のコンピュータネットワークを利用して行うものである。

## 【0077】

図 8 は全体システムをある角度から切り出して表現したものである。図中、101 は半導体デバイスの製造装置を提供するベンダ (装置供給メーカ) の事業所である。製造装置の実例としては、半導体製造工場で使用する各種プロセス用の半導体製造装置、例えば、前工程用機器 (露光装置、レジスト処理装置、エッチング装置等のリソグラフィ装置、熱処理装置、成膜装置、平坦化装置等) や後工程用機器 (組立て装置、検査装置等) を想定している。事業所 1101 内には、製造装置の保守データベースを提供するホスト管理システム 1108、複数の操作端末コンピュータ 1110、これらを結んでイントラネット等を構築するロー

カルエリアネットワーク（LAN）1109を備える。ホスト管理システム1108は、LAN1109を事業所の外部ネットワークであるインターネット1105に接続するためのゲートウェイと、外部からのアクセスを制限するセキュリティ機能を備える。

【0078】

一方、1102～1104は、製造装置のユーザとしての半導体製造メーカの製造工場である。製造工場1102～1104は、互いに異なるメーカに属する工場であっても良いし、同一のメーカに属する工場（例えば、前工程用の工場、後工程用の工場等）であっても良い。各工場1102～1104内には、夫々、複数の製造装置1106と、それらを結んでイントラネット等を構築するローカルエリアネットワーク（LAN）1111と、各製造装置1106の稼動状況を監視する監視装置としてホスト管理システム1107とが設けられている。各工場1102～1104に設けられたホスト管理システム1107は、各工場内のLAN1111を工場の外部ネットワークであるインターネット1105に接続するためのゲートウェイを備える。これにより各工場のLAN1111からインターネット1105を介してベンダ1101側のホスト管理システム1108にアクセスが可能となり、ホスト管理システム1108のセキュリティ機能によって限られたユーザだけにアクセスが許可となっている。具体的には、インターネット1105を介して、各製造装置1106の稼動状況を示すステータス情報（例えば、トラブルが発生した製造装置の症状）を工場側からベンダ側に通知する他、その通知に対応する応答情報（例えば、トラブルに対する対処方法を指示する情報、対処用のソフトウェアやデータ）や、最新のソフトウェア、ヘルプ情報などの保守情報をベンダ側から受け取ることができる。各工場1102～1104とベンダ1101との間のデータ通信及び各工場内のLAN1111でのデータ通信には、インターネットで一般的に使用されている通信プロトコル（TCP/IP）が使用される。なお、工場外の外部ネットワークとしてインターネットを利用する代わりに、第三者からのアクセスができずにセキュリティの高い専用線ネットワーク（ISDNなど）を利用することもできる。また、ホスト管理システムはベンダが提供するものに限らずユーザがデータベースを構築して外部ネ

ットワーク上に置き、ユーザの複数の工場から該データベースへのアクセスを許可するようにしてもよい。

## 【0079】

さて、図9は本実施の形態の全体システムを図8とは別の角度から切り出して表現した概念図である。先の例ではそれぞれが製造装置を備えた複数のユーザ工場と、該製造装置のベンダの管理システムとを外部ネットワークで接続して、該外部ネットワークを介して各工場の生産管理や少なくとも1台の製造装置の情報をデータ通信するものであった。これに対し本例は、複数のベンダの製造装置を備えた工場と、該複数の製造装置のそれぞれのベンダの管理システムとを工場外の外部ネットワークで接続して、各製造装置の保守情報をデータ通信するものである。図中、1201は製造装置ユーザ（半導体デバイス製造メーカ）の製造工場であり、工場の製造ラインには各種プロセスを行う製造装置、ここでは例として露光装置1202、レジスト処理装置1203、成膜処理装置1204が導入されている。なお図Bでは製造工場1201は1つだけ描いているが、実際は複数の工場が同様にネットワーク化されている。工場内の各装置はLAN1206で接続されてイントラネットを構成し、ホスト管理システム1205で製造ラインの稼働管理がされている。

## 【0080】

一方、露光装置メーカ1210、レジスト処理装置メーカ1220、成膜装置メーカ1230などベンダ（装置供給メーカ）の各事業所には、それぞれ供給した機器の遠隔保守を行うためのホスト管理システム1211、1221、1231を備え、これらは上述したように保守データベースと外部ネットワークのゲートウェイを備える。ユーザの製造工場内の各装置を管理するホスト管理システム1205と、各装置のベンダの管理システム1211、1221、1231とは、外部ネットワーク1200であるインターネットもしくは専用線ネットワークによって接続されている。このシステムにおいて、製造ラインの一連の製造機器の中のどれかにトラブルが起きると、製造ラインの稼働が休止してしまうが、トラブルが起きた機器のベンダからインターネット1200を介した遠隔保守を受けることで迅速な対応が可能で、製造ラインの休止を最小限に抑えることができ

る。

#### 【0081】

半導体製造工場に設置された各製造装置はそれぞれ、ディスプレイと、ネットワークインタフェースと、記憶装置にストアされたネットワークアクセス用ソフトウェアならびに装置動作のソフトウェアを実行するコンピュータを備える。記憶装置としては内蔵メモリやハードディスク、あるいはネットワークファイルサーバーなどである。上記ネットワークアクセス用ソフトウェアは、専用又は汎用のウェブブラウザを含み、例えば図10に一例を示す様な画面のユーザインタフェースをディスプレイ上に提供する。各工場で製造装置を管理するオペレータは、画面を参照しながら、製造装置の機種1401、シリアルナンバー1402、トラブルの件名1403、発生日1404、緊急度1405、症状1406、対処法1407、経過1408等の情報を画面上の入力項目に入力する。入力された情報はインターネットを介して保守データベースに送信され、その結果の適切な保守情報が保守データベースから返信されディスプレイ上に提示される。またウェブブラウザが提供するユーザインタフェースはさらに図示のごとくハイパーリンク機能1410～1412を実現し、オペレータは各項目の更に詳細な情報にアクセスしたり、ベンダが提供するソフトウェアライブラリから製造装置に使用する最新バージョンのソフトウェアを引出したり、工場のオペレータの参考にする操作ガイド（ヘルプ情報）を引出したりすることができる。ここで、保守データベースが提供する保守情報には、上記説明した本発明に関する情報も含まれ、また前記ソフトウェアライブラリは本発明を実現するための最新のソフトウェアも提供する。

#### 【0082】

次に上記説明した生産システムを利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。図11は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、



リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。次のステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の組立て工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷（ステップ7）する。前工程と後工程はそれぞれ専用の別の工場で行い、これらの工場毎に上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされる。また前工程工場と後工程工場との間でも、インターネットまたは専用線ネットワークを介して生産管理や装置保守のための情報がデータ通信される。

#### 【0083】

図12は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。各工程で使用する製造機器は上記説明した遠隔保守システムによって保守がなされているので、トラブルを未然に防ぐと共に、もしトラブルが発生しても迅速な復旧が可能で、従来に比べて半導体デバイスの生産性を向上させることができる。

#### 【0084】

##### 【発明の効果】

本発明によると、構造的、機構的な性能を含めたステージ制御システムの性能から決定される最大走査速度、露光量から決定される走査速度、最小露光パルス

数から決定される走査速度、ウエハ等の基板処理枚数を最大にする走査速度を考慮することで走査速度を決定するため、スループットを常に取り得る最大の値となるように走査露光をすることができる露光装置及びそれを用いたデバイスの製造方法を提供することができ、走査速度に関する種々の制約条件を満たした状態にて、スループットの向上を図ることができる。

#### 【 0 0 8 5 】

また、転写パターンサイズと基板上での転写パターンのレイアウト、搬送手段及び原版走査手段と基板ステージ走査手段と位置決め手段から決定される単位時間あたりに処理できる基板枚数が最大となる走査速度  $V_t$  は、転写パターンサイズと基板上での転写パターンのレイアウト、搬送手段及び原版走査手段と基板ステージ走査手段と位置決め手段における条件から単位時間あたりに処理できる基板枚数が最大になるように予めシュミレート計算されることにより、または転写パターンサイズと基板上での転写パターンのレイアウトにより転写パターン毎に可変となることにより、スループットの確実な向上を図ることができる。さらに、露光すべきショット領域毎に、1回の走査において等速度で走査する長さに応じて走査速度を可変とすることにより、スループットの一層確実な向上を図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施の形態に係る露光装置の構成概略図である。

【図 2】 走査露光時のショット領域と露光スリットの説明図である。

【図 3】 (a) は本発明の第一の実施の形態に係る露光装置におけるウエハ上のショットレイアウトと露光順序、(b) は本発明の第二の実施の形態に係る露光装置におけるウエハ上のショットレイアウトと露光順序の説明図である。

【図 4】 本発明の第一の実施の形態に係る走査露光時のウエハステージ速度と時刻の関係図である。

【図 5】 本発明の第二の実施の形態に係る走査露光時のウエハステージ速度と時刻の関係図である。

【図 6】 ステージ速度の加速パターンの説明図である。

【図 7】 (a) は、走査速度とスループットの関係図、(b), (c) は

、走査速度とショットの走査開始から終了までの時間の関係図である。

【図 8】 本発明に係る露光装置を用いた半導体デバイスの生産システムをある角度から見た概念図である。

【図 9】 本発明に係る露光装置を用いた半導体デバイスの生産システムを別の角度から見た概念図である。

【図 10】 本発明の実施の形態に係る露光装置を含む半導体デバイスの生産システムにおけるユーザインタフェースの具体例を示す図である。

【図 11】 本発明の実施の形態に係る露光装置によるデバイスの製造プロセスのフローを説明する図である。

【図 12】 本発明の実施の形態に係る露光装置による図 11 の工程中のウエハプロセスを詳細に示す図である。

【符号の説明】 1 : 光源、2 : ビーム整形光学系、3 : オプティカルインテグレータ、4 : コンデンサーレンズ、5 : ハーフミラー、6 : 可動スリット、7 : 結像レンズ、8 : ミラー、9 : マスクステージ、10 : マスク、11 : 投影レンズ、12 : ウエハ、13 : ウエハステージ、14 : 露光量検出器 A、15 : 露光量検出器 B、16, 17 : 干渉計、18 : ウエハ回収搬送系、19 : ウエハ供給搬送系、ウエハ供給搬送系、101 : レーザ制御系、102 : 露光量演算器、103 : 主制御系、104 : マスクステージ制御系、105 : ウエハステージ制御系、

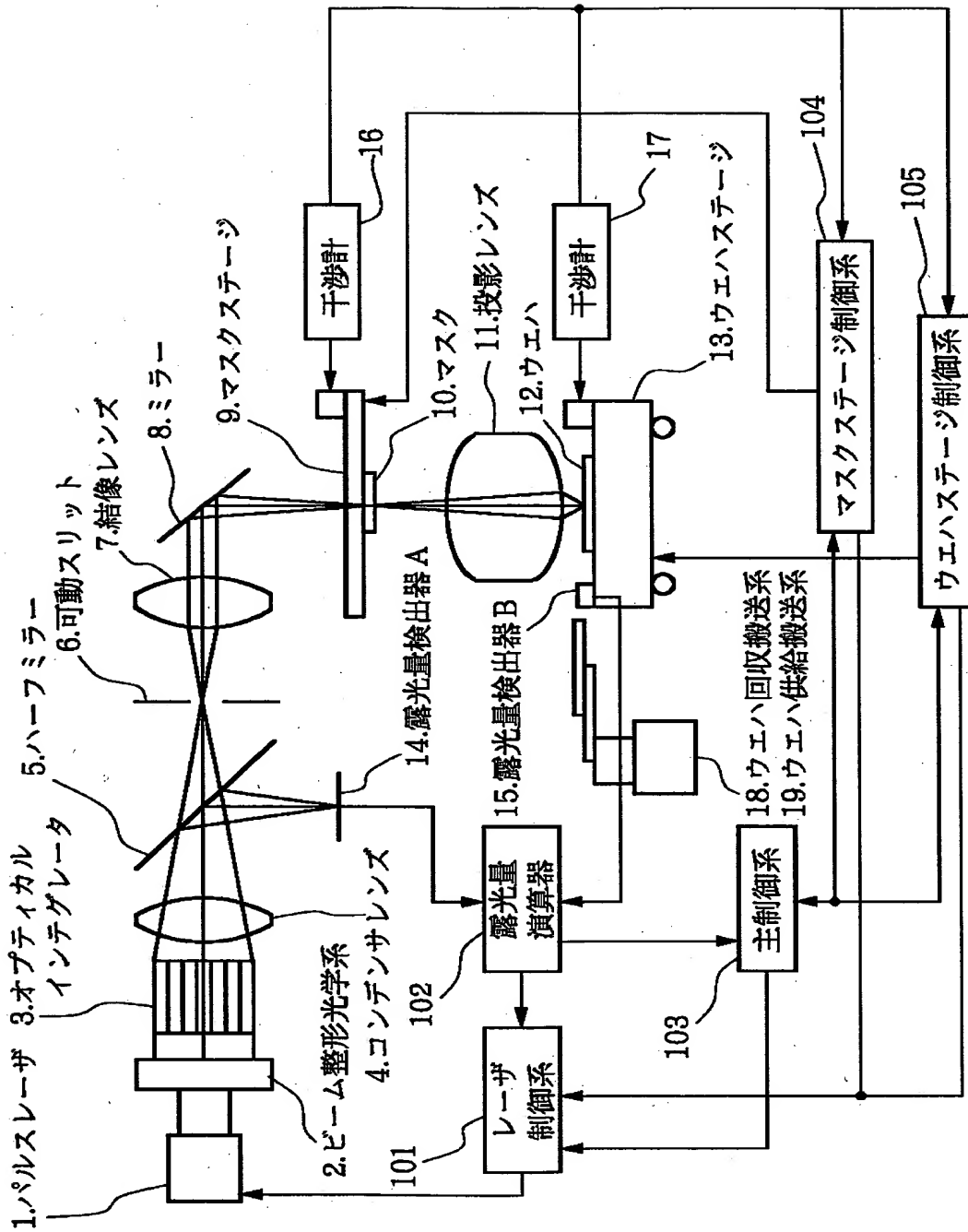
1101 : ベンダの事業所、1102, 1103, 1104 : 製造工場、1105 : インターネット、1106 : 製造装置、1107 : 工場のホスト管理システム、1108 : ベンダ側のホスト管理システム、1109 : ベンダ側のローカルエリアネットワーク (LAN)、1110 : 操作端末コンピュータ、1111 : 工場のローカルエリアネットワーク (LAN)、1200 : 外部ネットワーク、1201 : 製造装置ユーザの製造工場、1202 : 露光装置、1203 : レジスト処理装置、1204 : 成膜処理装置、1205 : 工場のホスト管理システム、1206 : 工場のローカルエリアネットワーク (LAN)、1210 : 露光装置メーカー、1211 : 露光装置メーカーの事業所のホスト管理システム、1220 : レジスト処理装置メーカー、1221 : レジスト処理装置メーカーの事業所のホス

ト管理システム、1230：成膜装置メーカー、1231：成膜装置メーカーの事業所のホスト管理システム、1401：製造装置の機種、1402：シリアルナンバー、1403：トラブルの件名、1404：発生日、1405：緊急度、1406：症状、1407：対処法、1408：経過、1410、1411、1412：ハイパーリンク機能。

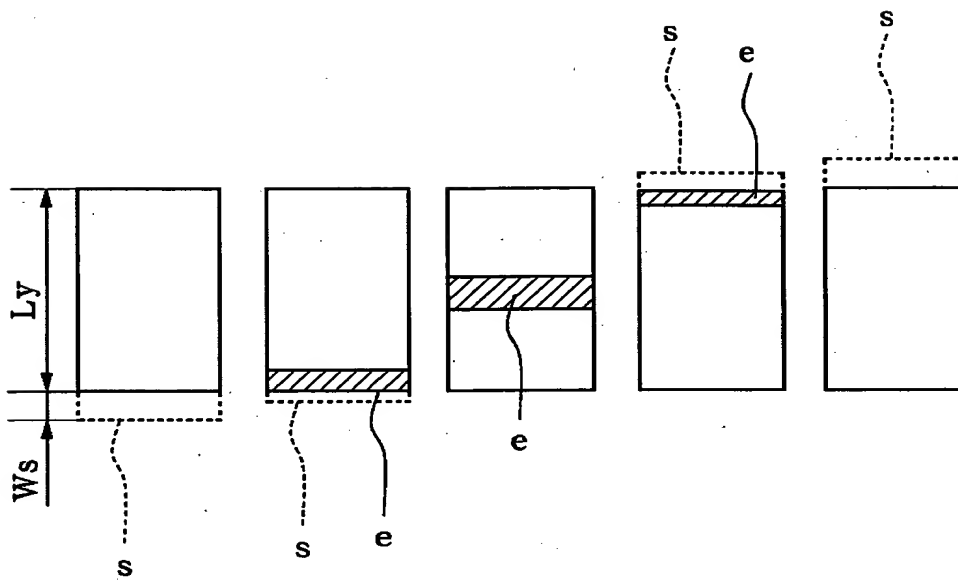
【書類名】

図面

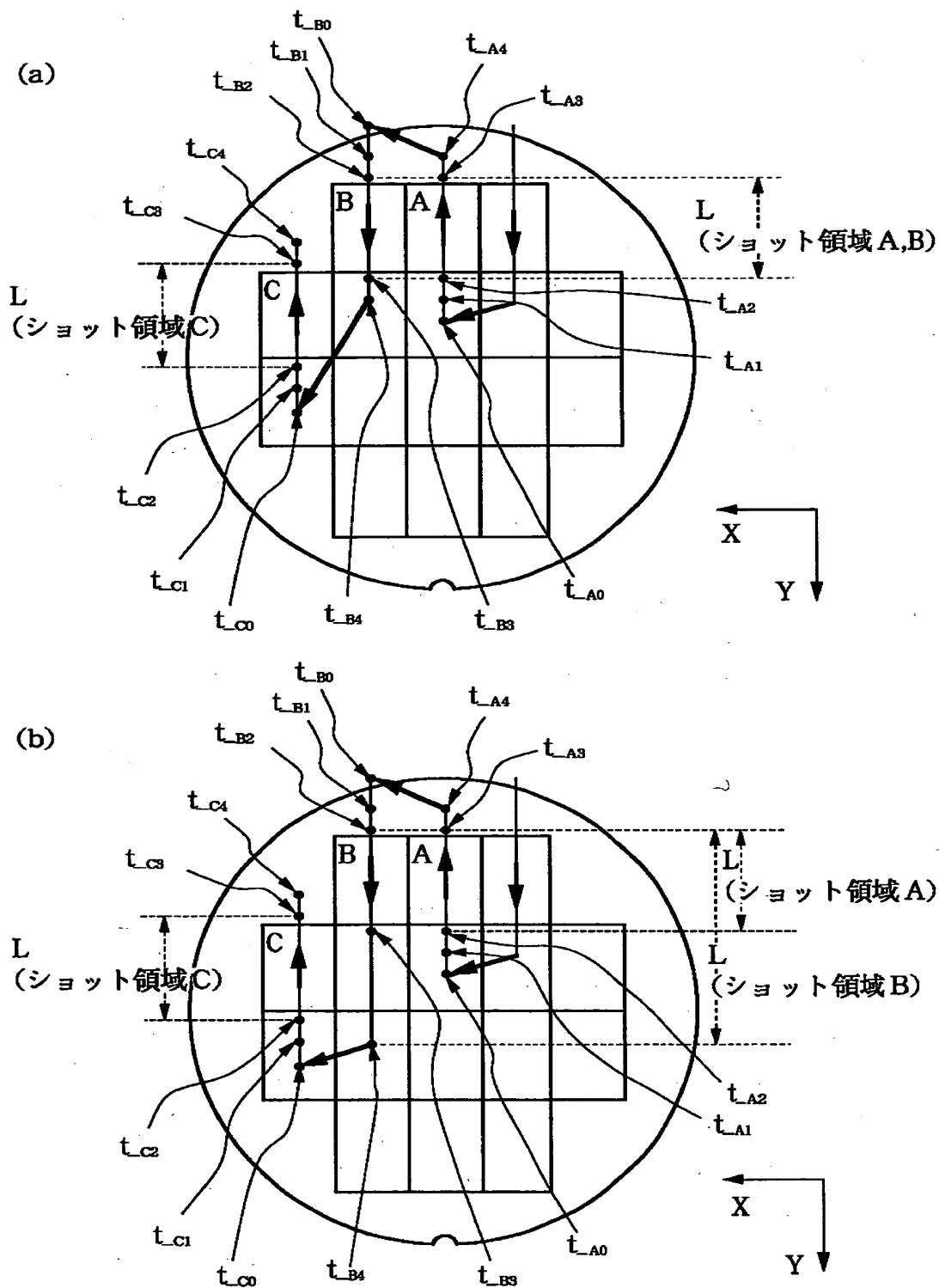
【図1】



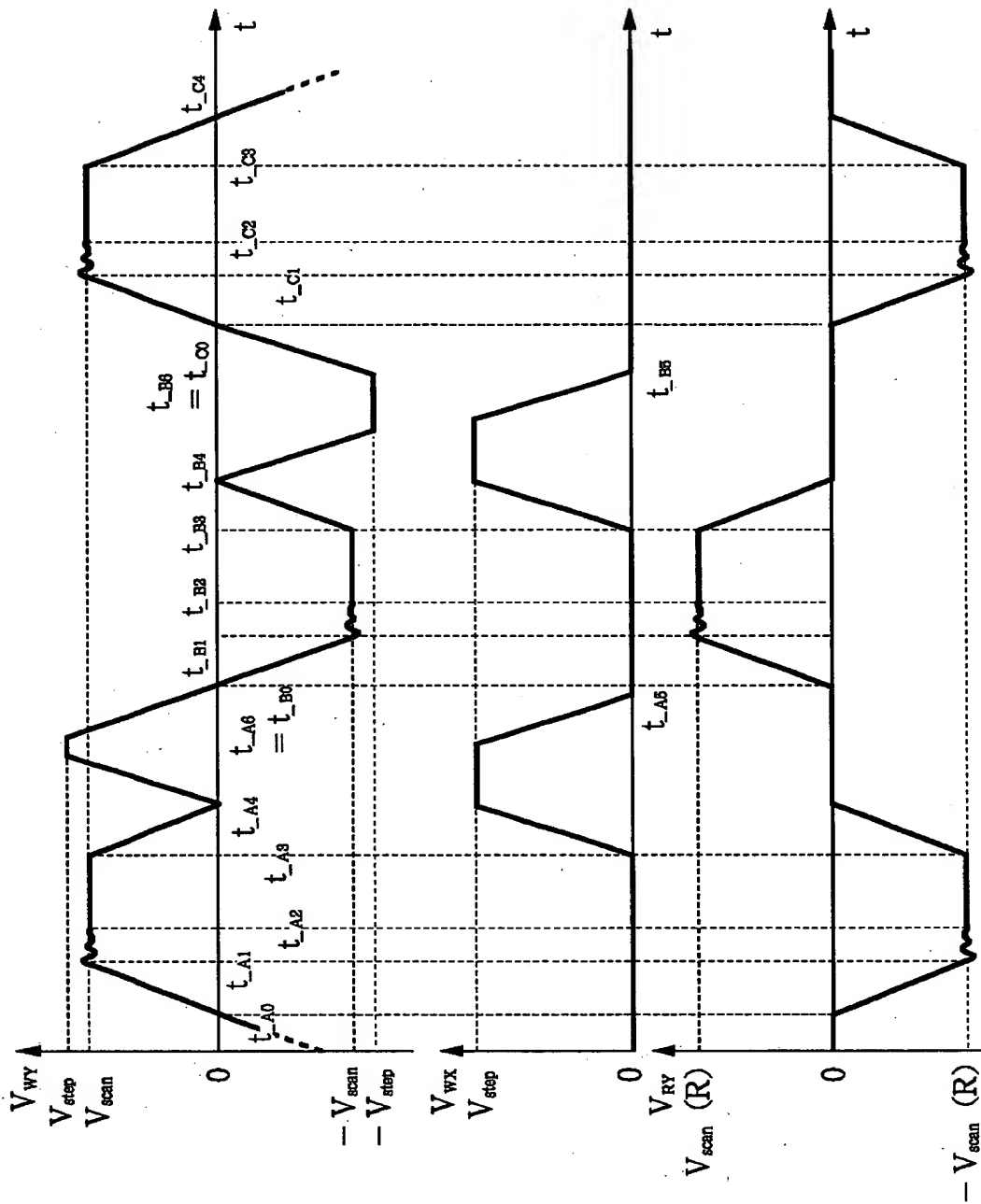
【図 2】



【図3】

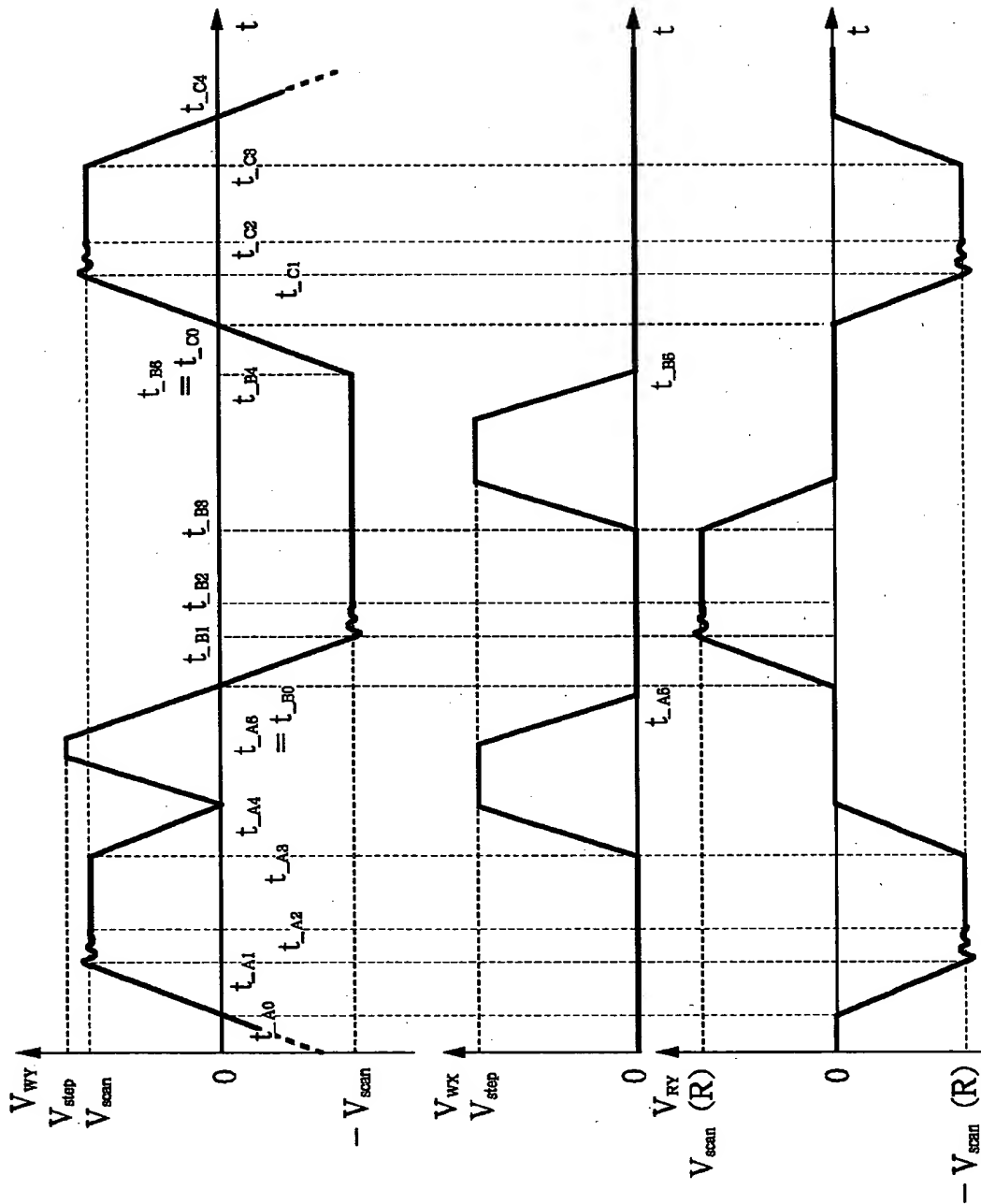


【図 4】

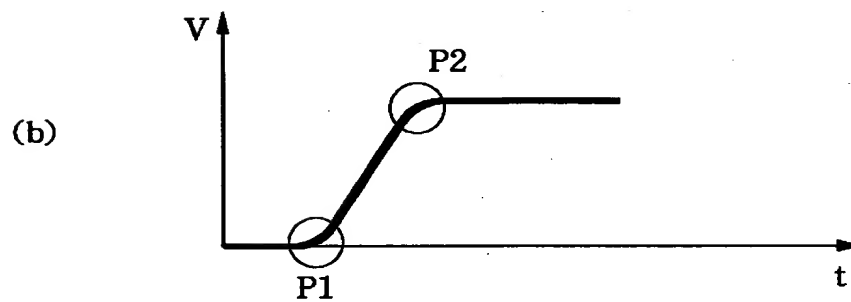
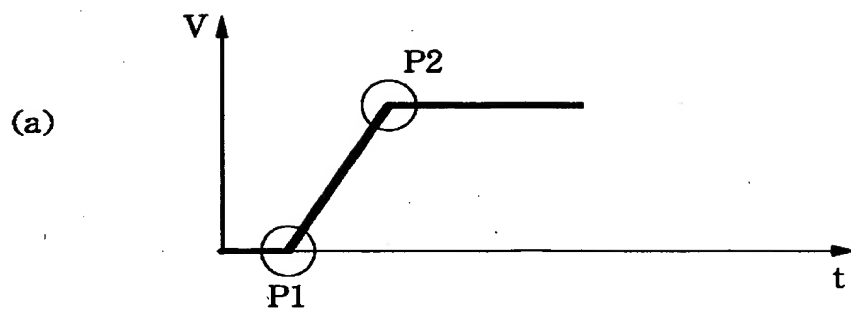




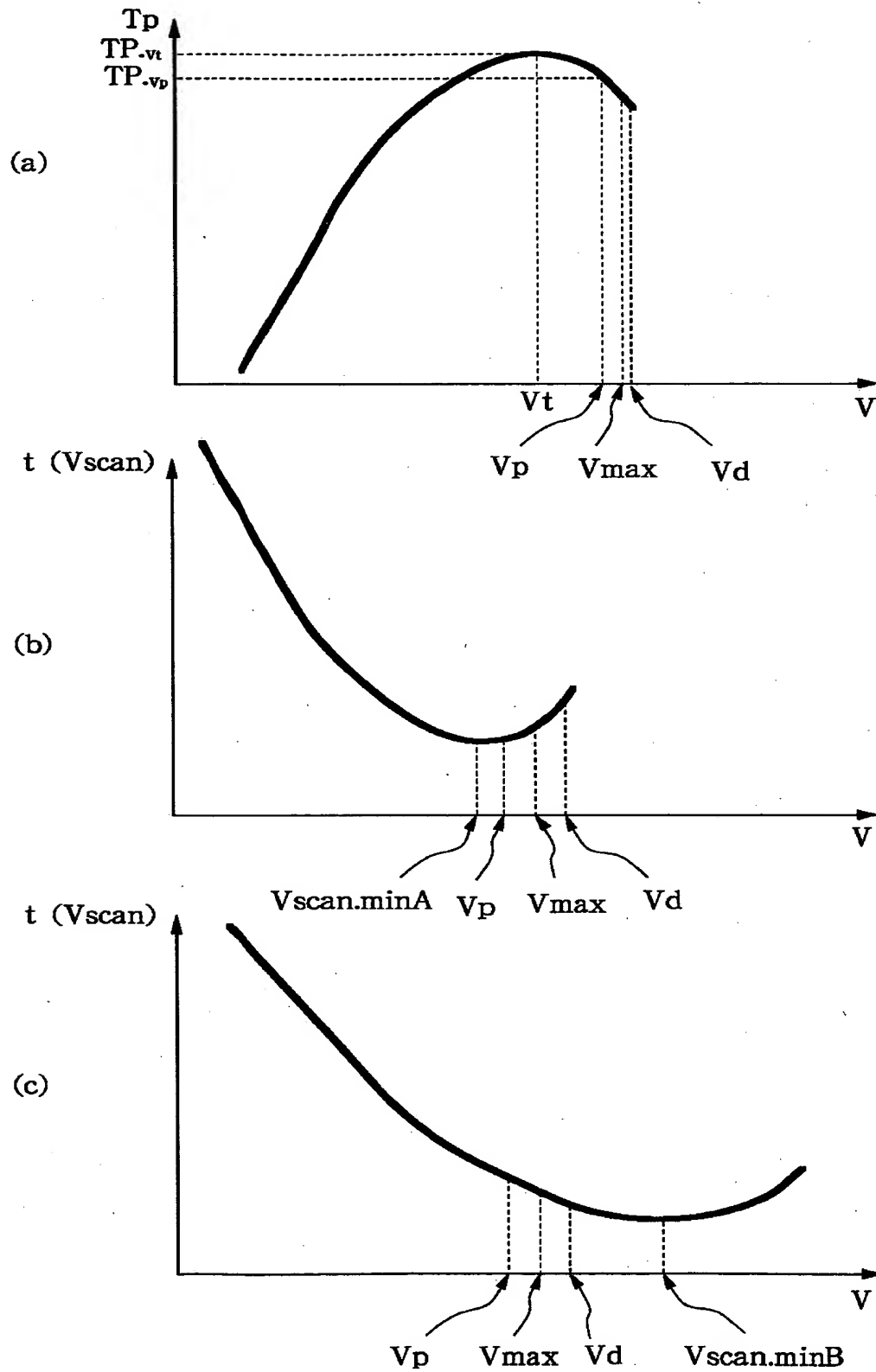
【図5】



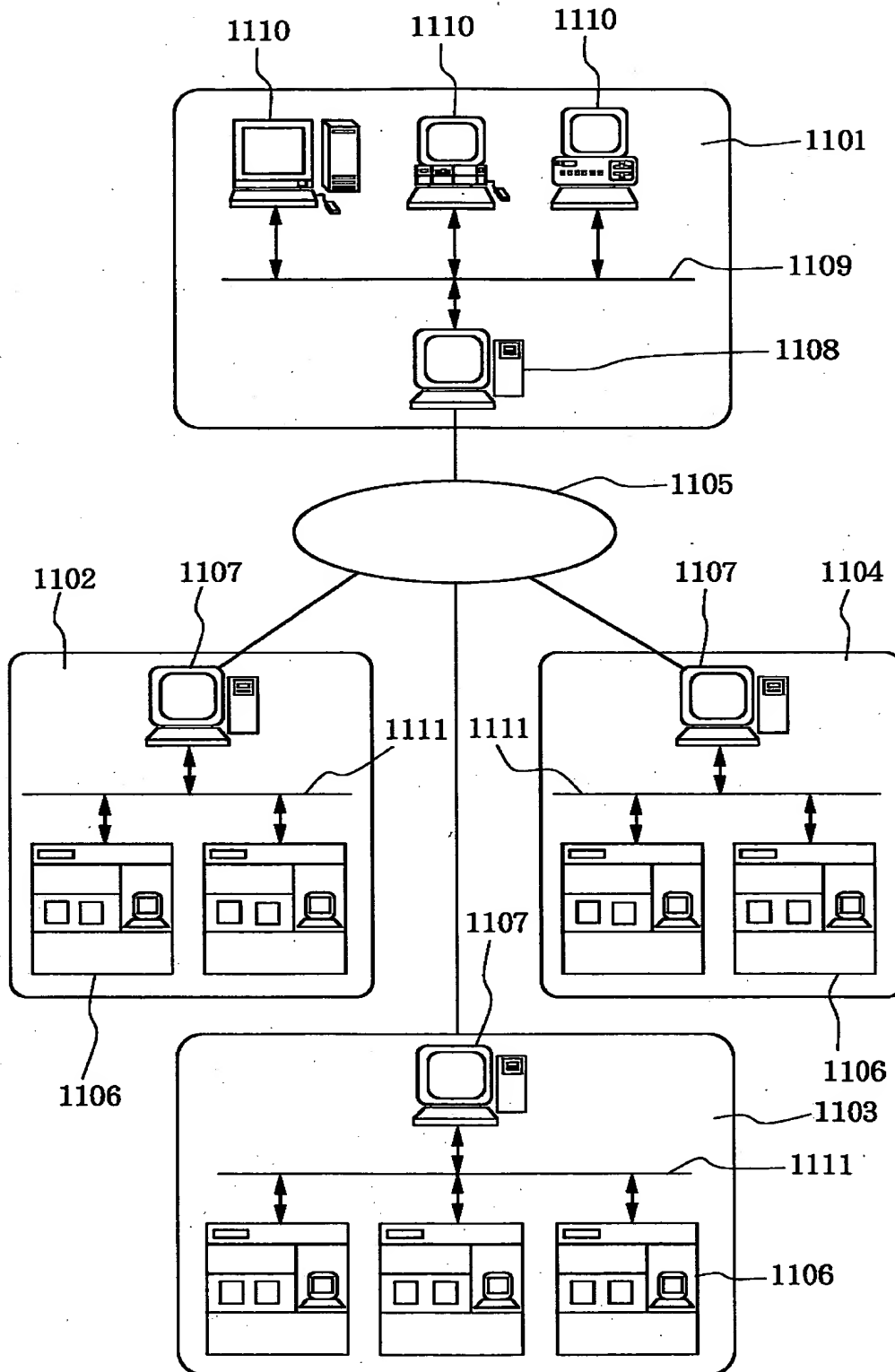
【図 6】



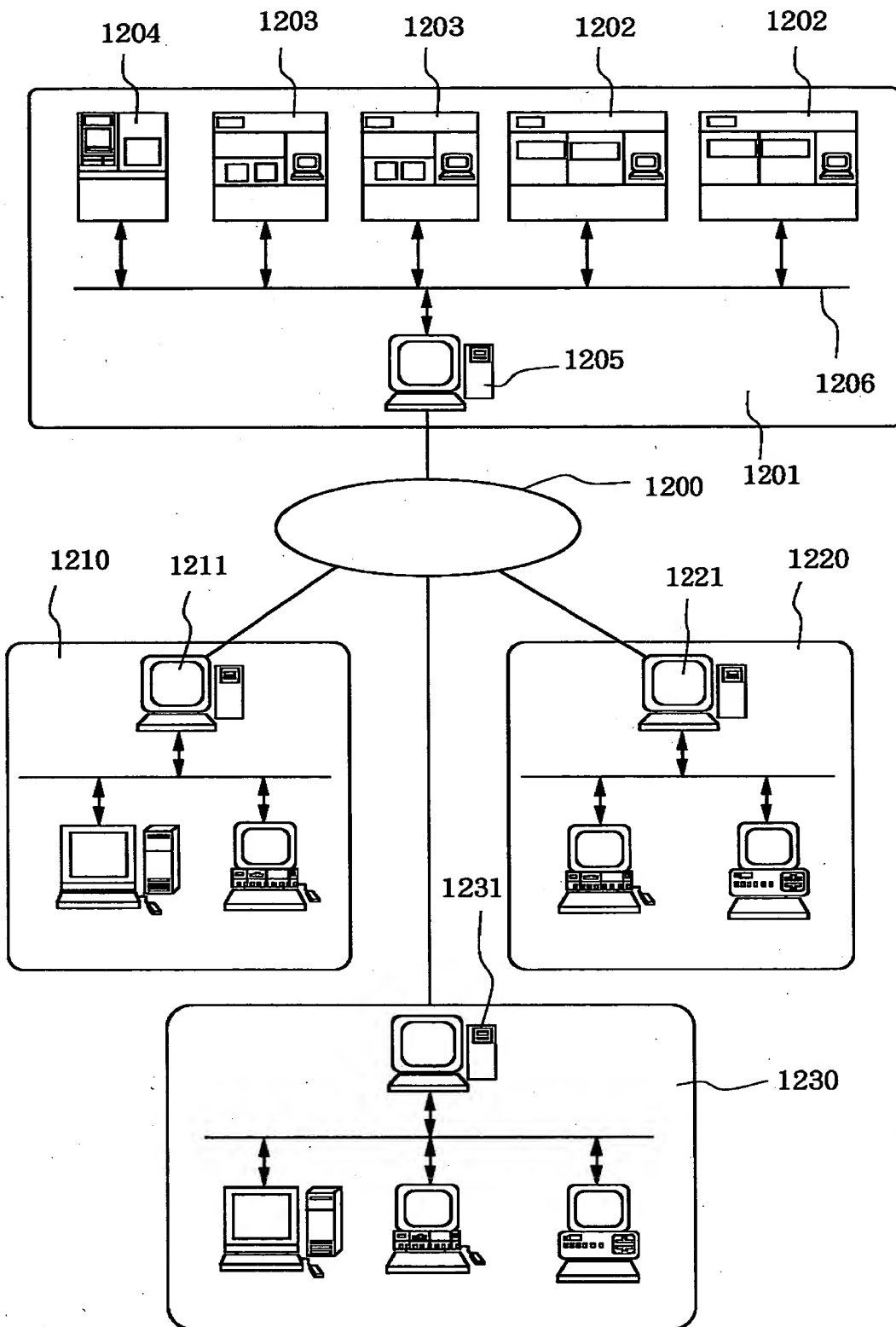
【図 7】



【図8】



【図 9】



【図 10】

URL

トラブルDB入力画面

発生日
1404

機種
1401

件名
1403

機器S/N
1402

緊急度
1405

症状
1406

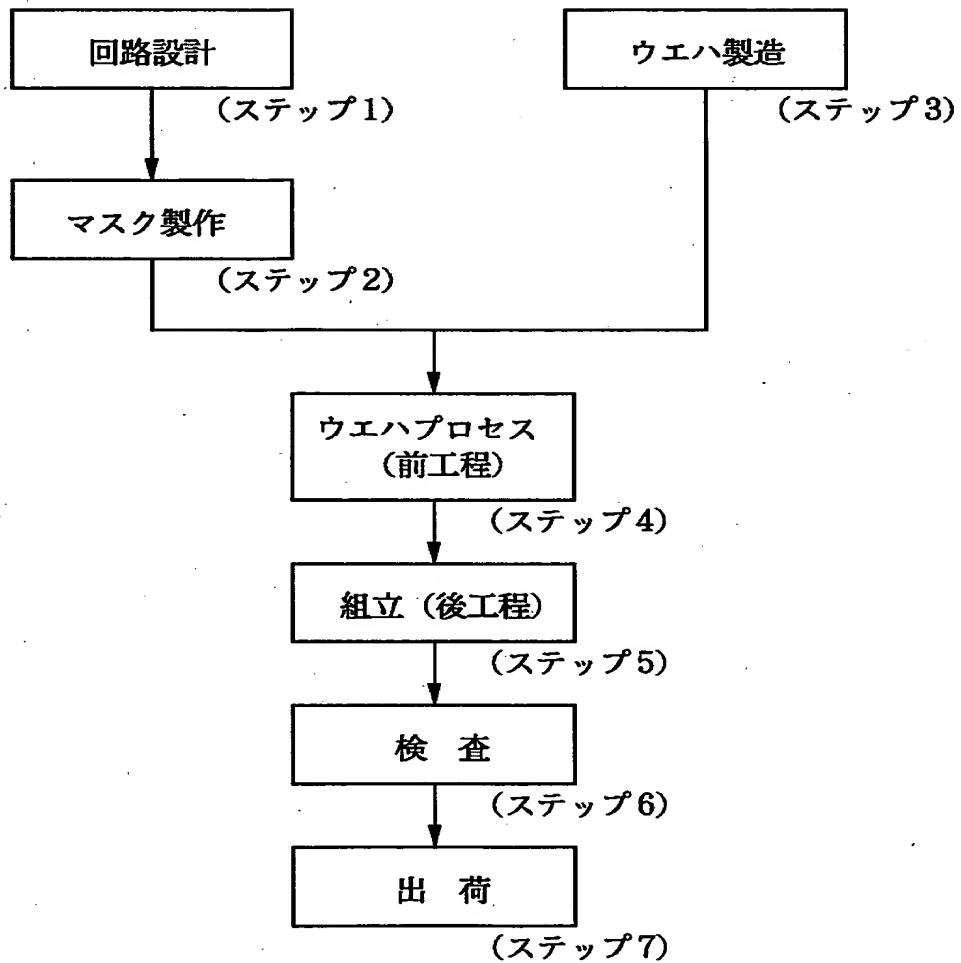
対処法
1407

経過
1408

1410

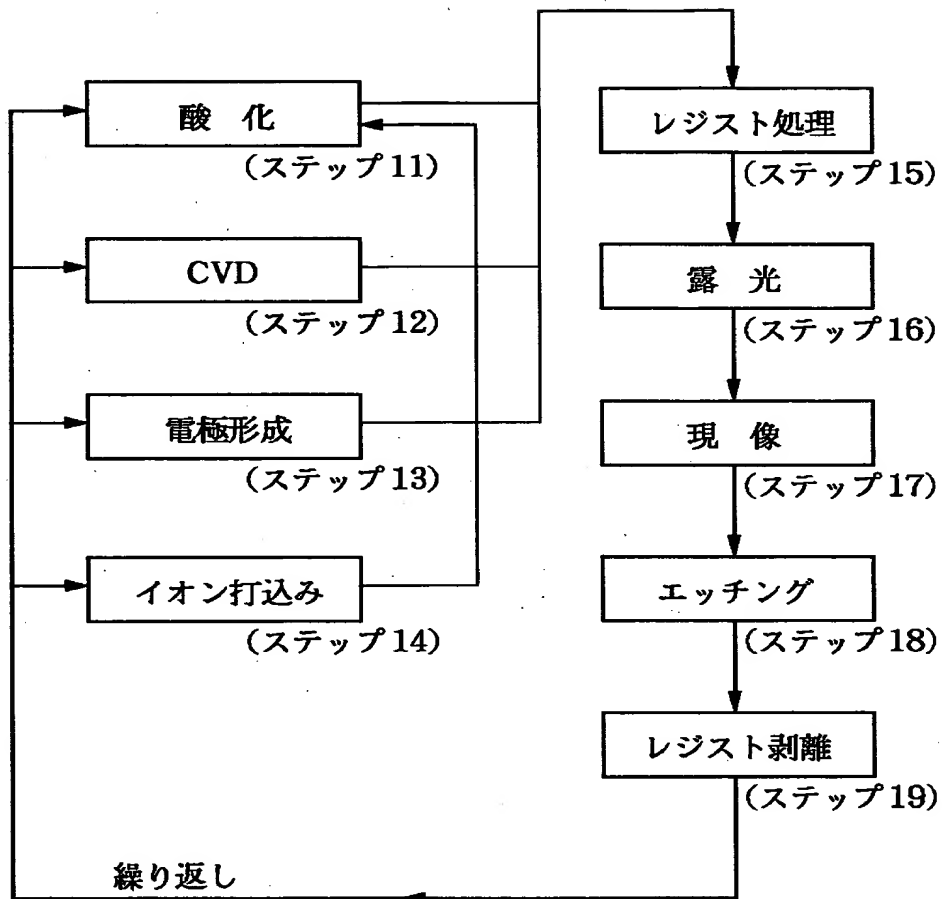
[結果一覧データベースへのリンク](#)
[ソフトウェアライブラリ](#)
[操作ガイド](#)
1411
1412

【図 1 1】



半導体デバイス製造フロー

【図 12】



ウエハプロセス



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 スループットが最大となるような走査速度決定を可能にする。

【解決手段】 転写用パターンが形成されたマスク 1 0 及び該マスク 1 0 を走査するマスク走査手段と、感光材を塗布したウエハ 1 2 及び該ウエハ 1 2 を積載するウエハステージ 1 3 を走査する基板ステージ走査手段と、ウエハ 1 2 をウエハステージ 1 3 に供給、回収するための搬送系 1 8, 1 9 と、ウエハ 1 2 とマスク 1 0 の位置決めをする位置決め手段とを備え、光源 1 から射出された光束を照明光学系を介し、該転写パターンの一部を照明し、マスク 1 0 とウエハ 1 2 を同期させて走査することで、ウエハ 1 2 上に該転写パターンを露光し、ウエハステージ 1 3 を移動することによりウエハ 1 2 上に該転写パターンを逐次露光し、単位時間あたりに露光可能なウエハ枚数を最大にする走査速度を決定する走査速度決定手段を有する。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
氏 名 キヤノン株式会社